

Implementasi Bakteri *Rhizobium spp* Dengan Penambahan Pupuk Organik Kotoran Kambing Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)

Tirto Wahyu Widodo, Ilham Muhklisin, Setyo Andi Nugroho*, Indra Jaya Perkasa

Department Of Agricultural Production Jember State Polytechnic

Po Box 164 Jember, 68101 Indonesia

*e-mail: andi1746@polije.ac.id

Abstrak

Abstrak

Bakteri *Rhizobium spp* dapat berasosiasi dengan tanaman non-leguminosa melalui mekanisme langsung dan tidak langsung. Penambahan pupuk organik ke dalam tanah diduga mampu meningkatkan populasi dan aktivitas *Rhizobium spp*. Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh *Rhizobium spp* dan penambahan pupuk organik kotoran kambing terhadap pertumbuhan sorgum. Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama terdiri atas 6 taraf yakni kontrol (tanpa *Rhizobium spp*), *Rhizobium spp* asal zona perakaran padi, *Rhizobium spp* asal zona perakaran jagung, *Rhizobium spp* asal zona perakaran edamame, *Rhizobium spp* asal zona perakaran kedelai, dan *Rhizobium spp* asal zona perakaran kacang tanah. Faktor kedua adalah dosis pupuk kotoran kambing yang terdiri dari 140 g/polybag, 210 g/polybag, dan 280 g/polybag. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi bakteri rhizobium memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman sorgum (tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun) dibandingkan dengan kontrol (tanpa aplikasi rhizobium). Pertumbuhan tanaman sorgum lebih baik diaplikasikan rhizobium asal tanaman non legum dibandingkan legum. Hal ini dikarenakan aplikasi bakteri *Rhizobium spp* asal rizosfer jagung lebih optimal aktivitasnya pada zona perakaran sorgum sebab kondisi lingkungan hidupnya sama. Selain itu, penggunaan pupuk organik kotoran kambing 140 g/polybag (5 ton/ha) yang dikombinasikan dengan rhizobium asal perakaran jagung, edamame, kedelai, dan kacang tanah merupakan dosis yang paling efisien dan efektif dalam memicu pertumbuhan diameter batang sorgum.

Kata Kunci: bakteri perakaran; biofertilizer; rizosfer

Abstract

Rhizobium spp bacteria can associate with non-leguminous plants through direct and indirect mechanisms. The addition of organic fertilizer to the soil is thought to be able to increase the population and activity of *Rhizobium spp*. The study aims to examine the effect of *Rhizobium spp* and the addition of organic goat manure fertilizer on sorghum growth. The study was designed using a factorial Completely Randomized Design (CRD) consisting of two factors and three replications. The first factor consisted of 6 levels, namely control (without *Rhizobium spp*), *Rhizobium spp* from the rice rhizosphere, *Rhizobium spp* from the corn rhizosphere, *Rhizobium spp* from the edamame rhizosphere, *Rhizobium spp* from the soybean rhizosphere, and *Rhizobium spp* from the peanut rhizosphere. The second factor was the dose of goat manure fertilizer consisting of 140 g/polybag, 210 g/polybag, and 280 g/polybag. The results showed that the application of rhizobium bacteria had a significant effect on the growth of sorghum plants (plant height, stem diameter, and number of leaves) compared to the control (without rhizobium application). Sorghum plant growth was better when applied with rhizobium from non-legume plants compared to legumes. This is because the application of

Rhizobium spp bacteria from the corn rhizosphere has more optimal activity in the sorghum rhizosphere because the environmental conditions are similar. In addition, the use of organic fertilizer of goat manure 140 g/polybag (5 tons/ha) combined with rhizobium from corn, edamame, soybean, and peanut roots is the most efficient and effective dose in triggering the growth of sorghum stem diameter.

Keywords: Biofertilizer; Rhizobacteria; Rhizosphere

1. PENDAHULUAN

Sorgum merupakan salah satu tanaman pangan alternatif di Indonesia yang mampu tumbuh di daerah tropis dengan tingkat adaptasi yang lebih tinggi. Tanaman sorgum dikenal sebagai tanaman *zero waste* dan multifungsi karena seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan untuk keperluan pangan, pakan dan industri (Suarni, 2017). Bagian yang digunakan umumnya biji, daun, dan batang (Samanhudi et al., 2021). Sorgum memiliki kandungan gizi yang memadai sebagai bahan pangan yaitu mengandung 73 gram karbohidrat per 100 gram bahan pangan, 3,3 gram lemak, 11 gram protein, 28 mg kalsium, 287 mg fosfor, 4,4 mg zat besi, dan 0,38 vitamin B (Mustika et al., 2019). Tanaman sorgum termasuk tanaman pangan (biji-bijian) yang banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak (*livestock fodder*). Disebut juga sebagai bahan baku industri bersih (*clean industry*) karena hampir semua komponen *biomassa* dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan industri. Tanaman sorgum ini dikenal dengan tanaman *zero waste* dan multifungsi karena seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan untuk keperluan pangan, pakan, dan industri (Suarni, 2017). Besarnya potensi dan manfaat dari tanaman sorgum belum didukung oleh hasil produksi sorgum di Indonesia yang masih rendah. Berdasarkan data dari Direktorat Budidaya Serealia 2019 – 2020 menunjukkan bahwa produksi tanaman sorgum di Indonesia sejak 5 tahun terakhir yaitu 6.114 ton menjadi 7.695 ton, hanya meningkat 1.581 ton saja.

Produksi sorgum yang turun juga disebabkan oleh penurunan kesuburan tanah, baik kesuburan fisik, kimia, dan biologi. Secara kimia, kesuburan tanah salah satunya ditandai ketersediaan hara yang cukup di perakaran, terutama kelompok unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman dalam proses pertumbuhan (Sudding et al., 2021).

Salah satu cara untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan pemberian pupuk, khususnya pupuk organik.

Kotoran kambing sangat berpotensi digunakan sebagai pupuk organik karena memiliki kandungan unsur hara sebesar 46,58% C-organik, 1,34% N, 0,54% P₂O₅, dan 1,56% K₂O (Batubara et al., 2021). Kandungan dari kotoran kambing dapat membantu proses pertumbuhan dari tanaman sorgum. Pemanfaatan kotoran kambing secara berkelanjutan berdampak positif terhadap kesuburan tanah (Dinariani et al., 2014). Kotoran kambing dapat meningkatkan kesuburan tanah, kualitas tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara tanah dan keanekaragaman komunitas bakteri (Batubara et al., 2021).

Rhizobium spp dapat bekerja secara maksimal dalam meningkatkan produksi dan hasil tanaman non legum (Liem et al., 2019). Interaksi *Rhizobium spp* dengan non legum telah dilakukan secara progresif dan terdapat banyak bukti bahwa *Rhizobium spp* juga berperan penting dalam mendorong pertumbuhan tanaman non legum (Qureshi et al., 2013). Bakteri ini memberikan efek positif pada tanaman legum dan non legum melalui mekanisme yang berbeda yaitu secara langsung dan tidak langsung. *Rhizobium spp.* dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman non legum secara langsung melalui sintesis fitohormon dan vitamin, penghambatan sintesis etilen tanaman, meningkatkan serapan hara, meningkatkan ketahanan stres, pelarutan fosfat anorganik dan mineralisasi fosfat organik. Secara tidak langsung, rhizobium mampu mengurangi atau mencegah efek merugikan dari mikroorganisme patogen, terutama melalui sintesis antibiotik atau senyawa fungisida, melalui kompetisi untuk nutrisi (Mehboob et al., 2011).

Efisiensi dan efektivitas rhizobium dapat meningkat dengan menambahkan pupuk organik kotoran kambing yang mampu menyediakan nutrisi dan tempat hidup rhizobium. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh bakteri rhizobium dengan penambahan pupuk organik kotoran kambing terhadap pertumbuhan tanaman sorgum.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Oktober sampai Desember 2023. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biosains Politeknik Negeri Jember dan di lapang daerah Karangrejo, Sumbersari, Jember (ketinggian tempat 146 meter di atas permukaan laut dan suhu udara rata-rata 21°C -34°C).

Percobaan lapang dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan menggunakan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama terdiri atas 6 taraf *Rhizobium spp* (Tabel 1) yakni kontrol (tanpa *Rhizobium spp*), *Rhizobium spp* asal zona perakaran padi, *Rhizobium spp* asal zona perakaran jagung, *Rhizobium spp* asal zona perakaran edamame, *Rhizobium spp* asal zona perakaran kedelai, dan *Rhizobium spp* asal zona perakaran kacang tanah. Faktor kedua adalah dosis pupuk kotoran kambing yang terdiri dari 140 g/polybag, 210 g/polybag, dan 280 g/polybag.

Tabel 1. Taraf perlakuan *Rhizobium sp*

No	Asal <i>Rhizobium sp</i>	Volumen aplikasi (ml)	Jumlah koloni (cfu/ml)
1	Kontrol (S0)	-	
2	<i>Rhizosfer</i> padi (S1)	11,70	
3	<i>Rhizosfer</i> jagung (S2)	4,76	
4	<i>Rhizosfer</i> edamame (S3)	6,30	1 x 10 ⁷
5	<i>Rhizosfer</i> kedelai (S4)	7,35	
6	<i>Rhizosfer</i> kacang tanah (S5)	9,70	

Keterangan : Tanpa *Rhizobium spp* (kontrol/S0), tanaman padi *Rhizobium spp* (S1); tanaman jagung *Rhizobium spp* (S2); tanaman *Rhizobium spp* edamame (S3); tanaman kedelai *Rhizobium spp* (S4); dan *Rhizobium spp* untuk tanaman kacang tanah (S5).

2.1 Prosedur Percobaan

Percobaan pertama dilaksanakan di laboratorium yakni melakukan perbanyakan bakteri *Rhizobium spp*. Proses perbanyakan bakteri tersebut yakni sebagai berikut:

1. Sterilisasi alat dan bahan
2. Sterilisasi *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC)
3. Pembuatan media *Yeast Mannitol Agar*
4. Pembuatan Starter Kultur Bakteri *Rhizobium sp*
5. Pembuatan Media Alternatif bakteri

6. Inokulasi bakteri

Percobaan kedua dilaksanakan di lapang diawali dengan persiapan media tanam yaitu dengan mengambil tanah kemudian digemburkan atau dihancurkan jika terdapat tanah yang berbentuk bongkahan lalu dikering anginkan. Selanjutnya tanah dimasukkan ke dalam polybag berukuran 60 cm x 60 cm, dengan komposisi tanah dan pupuk dasar sebanyak 14,7 kg dan 0,3 kg (Realita *et al.*, 2022). Media didiamkan selama 7 hari sebelum dilakukan penanaman benih sorgum. Langkah selanjutnya yakni aplikasi pupuk organik kotoran kambing; penyiapan benih dan penanaman; aplikasi bakteri *Rhizobium spp*; pemeliharaan tanaman sorgum sesuai dengan SOP (penyulaman, pemupukan, penyiangan, pembumbunan, pengairan, dan pengendalian OPT); dan pengambilan data.

2.2 Analisis Data

Data yang diamati sebagai bentuk respon pertumbuhan tanaman terhadap aplikasi *Rhizobium spp* dan pupuk kotoran kambing terdiri atas tinggi tanaman, diameter batang dan jumlah daun. Data tersebut kemudian diuji menggunakan ANOVA dan apabila berbeda nyata/sangat nyata dilanjutkan dengan uji kontras orthogonal (untuk menguji perbedaan pengaruh setiap kelompok *Rhizobium spp*) dan uji BNT (untuk menguji pengaruh tiap taraf pupuk organik kotoran kambing).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, bakteri *Rhizobium spp* berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang, dan umur berbunga sedangkan interaksi antara bakteri *Rhizobium spp* dan pupuk kotoran kambing berpengaruh nyata terhadap diameter batang. Penelitian ini menggunakan bakteri *Rhizobium spp*. yang berasal dari beberapa zona perakaran tanaman legum dan non legum. Menurut Yoneyama *et al.* (2017), *Rhizobium spp* juga dapat ditemukan di rizosfer tanaman non-kacang-kacangan. Penggunaan *Rhizobium spp* dapat bekerja secara optimal jika dikombinasikan dengan bahan organik berupa pupuk kotoran kambing yang mampu mendukung pertumbuhan mikroorganisme tanah. Pupuk kotoran kambing banyak menyediakan unsur hara N

bagi tanaman dan dapat meningkatkan aktivitas dari bakteri *Rhizobium spp.* Sebagai pupuk hayati, *Rhizobium spp.* dapat bekerja maksimal dalam meningkatkan produktivitas tanaman non legum (Liem et al., 2019).

Tabel 2. Tinggi tanaman sorgum pada aplikasi *Rhizobium sp* dari berbagai rhizosfer

Perlakuan	Tinggi tanaman (m)	Notasi
Kontrol vs Semua perlakuan	1,81 vs 2,05	**
Non Legume (S1,S2) vs Legume (S3,S4,S5)	2,05 vs 1,97	*
Padi (S1) vs Jagung (S2)	2,00 vs 2,05	ns
Edamame, Kedelai (S3,S4) vs Kacang tanah (S5)	1,96 vs 1,87	*
Edamame (S3) vs Kedelai(S4)	1,97 vs 1,96	ns

Keterangan: ns = berbeda tidak nyata; * = berbeda nyata; ** = berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 2, aplikasi *Rhizobium spp* memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Rerata tertinggi dihasilkan dari perlakuan *Rhizobium spp* dari zona perakaran tanaman jagung yaitu 2,05 m, sedangkan tinggi tanaman terkecil yakni pada kontrol (1,81 m). Jika dibandingkan antara gramineae, terdapat perbedaan yang nyata antara *Rhizobium spp* dari rizosfer jagung dan padi, sedangkan perlakuan *Rhizobium spp* dari rizosfer jagung mempunyai rata-rata lebih tinggi (Widodo et al., 2023).

Rhizobium spp mampu menghasilkan hormon pertumbuhan berupa IAA dan giberelin. Hormon IAA merupakan hormon yang dapat menunjang pertumbuhan tinggi tanaman sehingga dengan aplikasi bakteri *Rhizobium spp* ini dapat menunjang tanaman dalam memproduksi hormon IAA untuk membantu dalam proses pertumbuhan tinggi tanaman. Menurut Yoneyama *et al* (2019), bakteri tanah dapat memanfaatkan bahan organik yang berguna untuk menyediakan sumber karbon dan energi untuk menunjang aktivitasnya. Aktivitas *Rhizobium spp* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sorgum (non-legum) secara langsung dengan produksi fitohormon (IAA) dan meningkatkan serapan hara (Mehboob *et al.*, 2009).

Tabel 3. Diameter batang sorgum setiap aplikasi *Rhizobium spp* dari berbagai rhizosfer

Perlakuan	Diameter batang (cm)	Notasi
Kontrol vs Semua Perlakuan	2,83 vs 3,23	**
Non Legume (S1,S2) vs Legume (S3,S4,S5)	3,27 vs 3,20	*
Padi (S1) vs Jagung (S2)	3,18 vs 3,36	ns
Edamame, Kedelai (S3,S4) vs Kacang tanah (S5)	3,20 vs 3,18	ns
Edamame (S3) vs Kedelai (S4)	3,26 vs 3,15	ns

Keterangan: ns = berbeda tidak nyata; * = berbeda nyata; ** = berbeda sangat nyata

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan *Rhizobium spp.* memberikan hasil yang signifikan terhadap diameter batang tanaman sorgum. Aplikasi *Rhizobium spp* dari berbagai zona perakaran berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan diameter batang dibandingkan kontrol. Selain itu, aplikasi rhizobium asal rizosfer non-legum menunjukkan pengaruh signifikan dibandingkan rhizobium asal legume. Hal tersebut diduga bahwa rhizobium asal rhizosfer non-legum lebih mudah beradaptasi di zona perakaran non-legum sehingga aktivitasnya lebih baik dalam memicu pertumbuhan tanaman. Menurut Yoneyama *et al* (2019), bakteri tanah dapat memanfaatkan bahan organik yang berguna untuk menyediakan sumber karbon dan energi untuk menunjang aktivitasnya. Aktivitas *Rhizobium sp* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sorgum (non-legum) secara langsung dengan produksi fitohormon (IAA) dan meningkatkan serapan hara (Mehboob *et al.*, 2009). Widodo *et al.* (2023) melaporkan bahwa produksi IAA oleh bakteri dapat meningkatkan jumlah rambut akar yang secara langsung mampu meningkatkan serapan hara dari tanah. Ketersediaan hara N yang dapat diserap oleh tanaman juga dapat mempengaruhi kadar N total dan mempertahankan jalannya proses fotosintesis yang pada akhirnya dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Haryadi *et al* 2015; Nugroho *et al.*, 2021). Hasil fotosintesis tanaman ditranslokasikan ke seluruh organ tanaman pada fase vegetatif (pertumbuhan tinggi dan diameter) dan generatif (Garfansa dan Sukma, 2021).

Tabel 4. Diameter Batang Tanaman Sorgum (mm)

Asal <i>Rhizobium spp</i> dari Rhizosfer	Dosis Pupuk Kotoran Kambing (g/polybag)		
	140	210	280
Kontrol (S0)	27.06b	28.41b	29.67b
	A	A	A
Padi (S1)	30.22ab	32.16a	33.12a
	B	AB	A
Jagung (S2)	33.20a	33.32a	34.17a
	A	A	A
Edamame (S3)	30.90a	31.25ab	30.93ab
	A	A	A
Kedelai (S4)	31.93a	31.09ab	31.45ab
	A	A	A
Kacang tanah (S5)	31.75a	31.40a	32.35ab
	A	A	A

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan angka-angka yang diikuti huruf besar yang sama pada baris yang sama menunjukkan hasil berbeda tidak nyata berdasarkan hasil uji DMRT taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4, aplikasi *Rhizobium spp* dari zona perakaran jagung (non legume), edamame, kedelai, kacang tanah (legum) yang dikombinasikan dengan pupuk kotoran kambing 140 g/polybag (setara 5 ton/ha) menunjukkan rerata diameter batang tanaman sorgum tertinggi dan paling efisien dalam penggunaan pupuk organik. Rahmi dan Jumiati (2015) menyatakan bahwa pengaruh hasil yang berbeda tidak nyata disebabkan karena diantara faktor-faktor perlakuan tersebut berpengaruh secara terpisah atau bertindak bebas satu sama lain. Bakteri rhizobium mampu membantu dalam menambat N, sehingga ketersediaan N dalam tanah ini mampu memenuhi kebutuhan tanaman dalam meningkatkan besar diameter batang pada tanaman non legume seperti sorgum. Hal tersebut menjadi bukti pentingnya bahan organik pada media tanam terutama tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

Tabel 5. Jumlah daun tanaman sorgum pada setiap aplikasi *Rhizobium sp* dari berbagai rhizosfer

Perlakuan	Jumlah daun (helai)	Notasi
Kontrol vs Semua Perlakuan	15,11 vs 16,42	**
Non Legum (S1,S2) vs Legum (S3,S4,S5)	16,78 vs 16,19	*
Padi (S1) vs Jagung (S2)	16,78 vs 16,78	ns
Edamame, Kedelai (S3,S4) vs Kacang Tanah (S5)	16,06 vs 16,44	ns
Edamame (S3) vs Kedelai (S4)	16,11 vs 16,00	ns

Keterangan: ns = berbeda tidak nyata; * = berbeda nyata; ** = berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 5, aplikasi *Rhizobium spp* memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah daun tanaman sorgum dibandingkan kontrol. Selain itu, aplikasi *Rhizobium spp* asal rhizosfer non legume juga berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun dibandingkan *Rhizobium spp* asal rhizosfer legum. Hal tersebut dikarenakan penambahan bakteri perakaran non legum ke media tanam mampu meningkatkan aktivitas bakteri pada zona perakaran sehingga memicu pertumbuhan tanaman. Kinerja bakteri asal rhizosfer jagung lebih optimal pada zona perakaran sorgum karena kondisi dan fisik zona perakarannya mirip. Menurut Yoneyama *et al.* (2019) bakteri tanah dapat memanfaatkan bahan organik yang berguna untuk menyediakan sumber karbon dan energi untuk menunjang aktivitasnya.

Ketersediaan hara N yang dapat diserap oleh tanaman juga dapat mempengaruhi kadar N total dan mempertahankan jalannya proses fotosintesis yang pada akhirnya dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Haryadi *et al.* 2015; Siswadi *et al.*, 2022). Pertumbuhan jumlah daun berkaitan dengan peran N sebagai komponen klorofil, bertambahnya N dalam tanah berasosiasi dengan pembentukan klorofil didaun sehingga meningkatkan proses fotosintesis yang memacu pertumbuhan jumlah daun tanaman (Kusuma *et al.*, 2013).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Aplikasi bakteri rhizobium memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman sorgum (tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun) dibandingkan dengan kontrol (tanpa aplikasi rhizobium). Pertumbuhan tanaman sorgum lebih baik diaplikasikan rhizobium asal tanaman non legum dibandingkan legum (kondisi perakaran mirip antara sorgum dengan jagung). Selain itu, penggunaan pupuk organik kotoran kambing 140 g/polybag (5 ton/ha) yang dikombinasikan dengan rhizobium asal perakaran jagung, edamame, kedelai, dan kacang tanah merupakan

dosis yang paling efisien dan efektif dalam memicu pertumbuhan diameter batang sorgum.

4.2 Saran

Pemanfaatan bakteri rhizobium perlu dilakukan kajian terhadap kuantitas dan kualitas hasil tanaman sorgum, sehingga informasi mengenai peran rhizobium sebagai bakteri free living pada zona perakaran non-legum dapat lebih kompleks.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terimakasih atas dukungan dana dari Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jember.

6. REFERENSI

- Ali, F. Y., Alwi, A. L., Pratita, D. G., Nugroho, S. A., Rosdiana, E., Kusumaningtyas, R. N., & Cahyaningrum, D. G. (2022). Upaya pemberdayaan pemuda pertanian melalui edukasi pertanian organik di Kelurahan Sisir Kota Batu. *Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(3), 124-140.
- Batubara, S. F., Santoso, A. B., & El Ramija, K. (2021). Potential of goat manure as organic fertilizer in North Sumatera. *BIO Web of Conferences*, 33, 05001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213305001>
- Dinariani, Heddy, Y. B. S., & Guritno, B. (2014). Kajian Penambahan Pupuk Kandang Kambing dan Kerapatan Tanaman Yang Beda Perumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(2), 128–136.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2019-2020. Kebijakan dan program pengembangan sorgum di indonesia. Diakses <https://tanamanpangan.pertanian.go.id>
- Garfansa, M. P., dan Sukma, K. P. W. 2021. Translokasi asimilat tanaman jagung (*Zea mays* L.) hasil persilangan varietas Elos dan Sukmaraga pada cekaman garam. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 14(1), 61–65.
- Haryadi, D., Yetti, H., dan Yoseva, S. 2015. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica alboglabra* L.). *Jom Faperta*, 2(2).
- Hussain, M. B., Zahir, Z. A., Asghar, H. N., & Asgher, M. (2014). Can catalase and exopolysaccharides producing rhizobia ameliorate drought stress in wheat. *Int J Agric Biol*, 16(1), 3-13.

- Liem, J. L., Arianita, B. A., Sugiarti, S., & Handoko, Y. A. (2019). Optimalisasi Bakteri *Rhizobium japonicum* Sebagai Penambat Nitrogen Dalam Upaya Peningkatan Produksi Jagung. *Jurnal Galung Tropika*, 8(1), 64. <https://doi.org/10.31850/jgt.v8i1.413>
- Mehboob, I., Naveed, M., and Zahir, Z. A. 2009. Rhizobial association with non-legumes: Mechanisms and applications. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28(6), 432–456.
- Mehboob, I., Zahir, Z. A., Arshad, M., Tanveer, A., & Farooq-E-Azam. (2011). Growth promoting activities of different rhizobium spp., in wheat. *Pakistan Journal of Botany*, 43(3), 1643–1650.
- Mustika, A., Wahyuningsih, & Paramita, O. (2019). Pembuatan Tepung Sorgum. *TeknoBuga*, 7(1), 22–30.
- Nugroho, S. A., Taufika, R., & Novenda, I. L. (2021). Analisis Kandungan Klorofil *Colocasia esculenta*, *Theobroma cacao*, *Carica papaya*; *Dieffenbachia* sp; *Codiaeum variegatum*. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 6(2), 131-143.
- Qureshi, M. A., Shahzad, H., Imran, Z., Mushtaq, M., Akhtar, N., Ali, M. A., & Mujeeb, F. (2013). Potential of *Rhizobium* species to enhance growth and fodder yield of maize in the presence and absence of L-Tryptophan. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(5), 1448–1454.
- Realita, G. Merakati Handajarningsih, Hasanudin, and Marwanto. 2022. “Perkembangan Bagian Tajuk Dan Akar Tanaman Jagung Manis Pada Ukuran Polybag dan Bobot Media Tanam Yang Berbeda”. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Pesisir 1* (1):27-35.
- Samanhudi, Harsono, P., Handayanta, E., Hartanto, R., Yunus, A., dan Prabawati, K. 2021. Effects of manure types on the growth and yield of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) in dryland. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 807(4).
- Siswadi, E., Choiriyah, N., Pertami, R. R. D., Nugroho, S. A., Kusparwanti, T. R., & Sari, V. K. (2022). Pengaruh perbedaan varietas dan zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan dan perkembangan bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Agromix*, 13(2), 175-186.
- Suarni, S. (2017). Peranan Sifat Fisikokimia Sorgum dalam Diversifikasi Pangan dan Industri serta Prospek Pengembangannya. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 35(3), 99. <https://doi.org/10.21082/jp3.v35n3.2016.p99-110>
- Sudding, A. F., Maintang, Asri, M., Rauf, A. W., Syam, A., & Adriani W, A. (2021). The effect of NPK 15-15-6-4 compound fertilizer on corn growth and yield. *IOP*



Conference Series: Earth and Environmental Science, 911(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/911/1/012047>

Widodo, T. W., Muhklisin, I., Nugroho, S. A., Wardana, R., & Ummah, U. S. A. (2023). Growth and yield of maize applicated by Rizhobium spp. from legume and non-legume rhizosphere. *Journal of Agriculture and Applied Biology*, 4(2), 151–160. <https://doi.org/10.11594/jaab.04.02.05>

Yoneyama, T., Terakado-Tonooka, J., Bao, Z., and Minamisawa, K. 2019. Molecular analyses of the distribution and function of diazotrophic rhizobia and methanotrophs in the tissues and rhizosphere of non-leguminous plants. *Plants*, 8(10), 1–21.

Zaim, S., Bekkar, A. A., and Belabid, L. 2017. Rhizobium as a Crop Enhancer and Biofertilizer for Increased Non-legume Production. In *Laboratory of Research on Biological Systems and Geomatics (L.R.S.B.G)*, Department Agronomy, University of Mascara (pp. 25–37).